

NEDO水素・燃料電池成果報告会2025

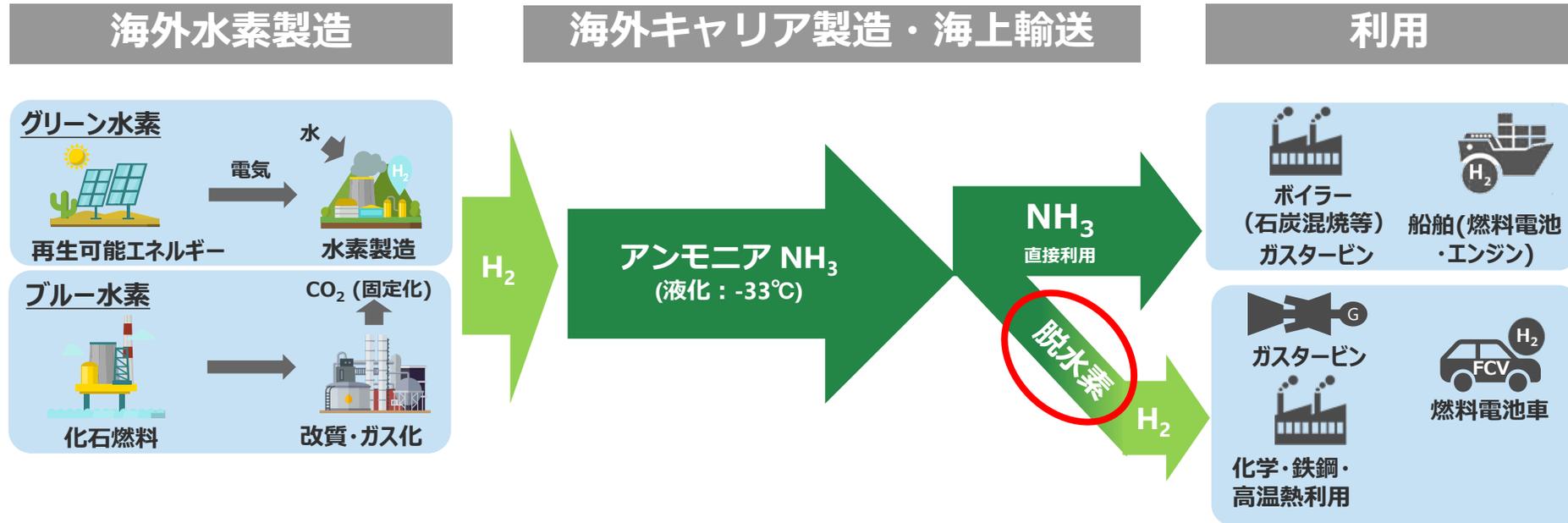
発表No.B2-18

競争的な水素サプライチェーン構築に向けた技術開発事業 ／大規模水素サプライチェーンの構築に係る技術開発 ／大規模外部加熱式アンモニア分解水素製造技術の研究開発

発表者名 : 甲斐 元崇
団体名 : 日揮ホールディングス株式会社（委託先：出光興産株式会社）、株式会社クボタ、大陽日酸株式会社
発表日 : 2025年7月16日

連絡先：
日揮ホールディングス株式会社 サステナビリティ協創オフィス
増淵 耕平 masubuchi.kohei@jgc.com

水素サプライチェーン構築の向けて，大量に輸入したアンモニアを熱分解・脱水素することで，大規模な水素供給に貢献する。



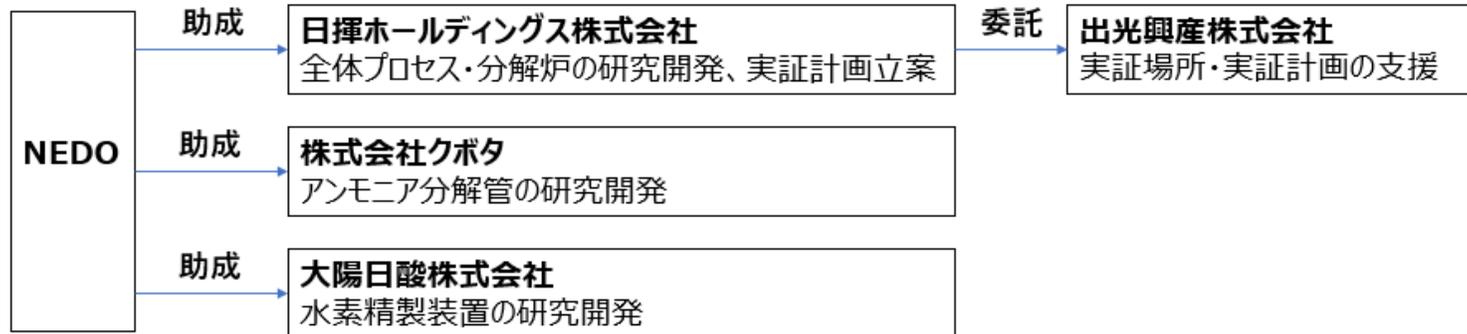
【アンモニアを使用するメリット】

- 貯蔵・輸送に既存インフラを利用できる
- 他の水素キャリアと比較すると水素密度が高い

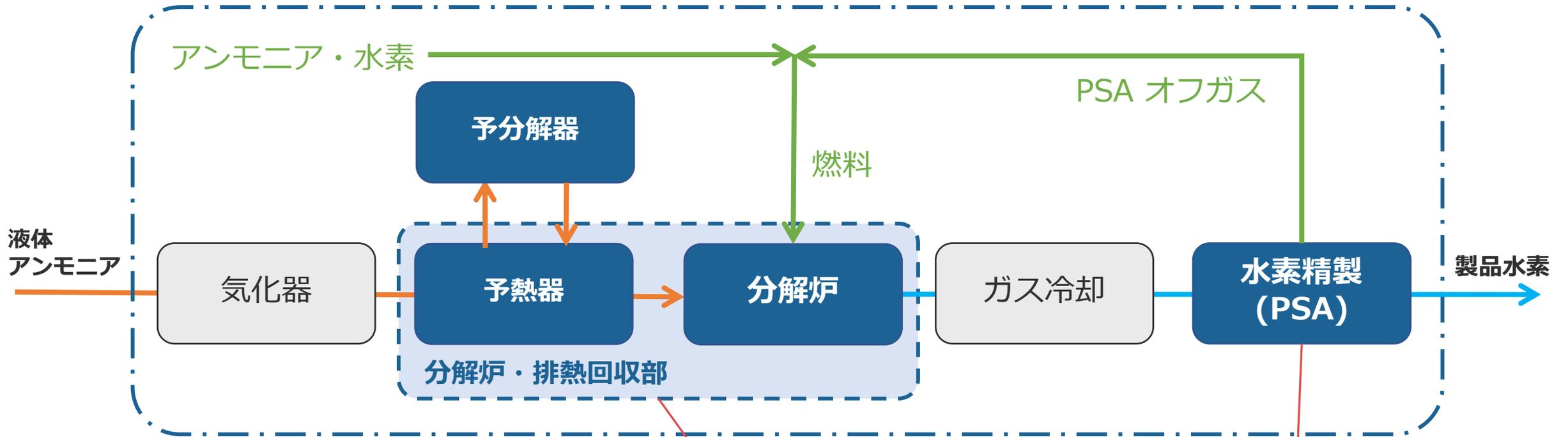
- **外部加熱式のアンモニア分解及び精製による水素製造技術の開発：**
- 大規模化が容易 / ゼロエミッション燃料の利用 / 早期実装が可能
- これまでに大規模アンモニア分解技術の実証事例はない。早期の技術確立および商業化を目指す。
- **実施体制：**

- **実施期間：**

2023年度～2025年度



ブロックフロー



課題

[システム全体]

- ・ エネルギー効率
- ・ 設備コスト

[分解炉]

- ・ アンモニアの分解率
- ・ 材料の耐熱・耐圧・耐窒化性

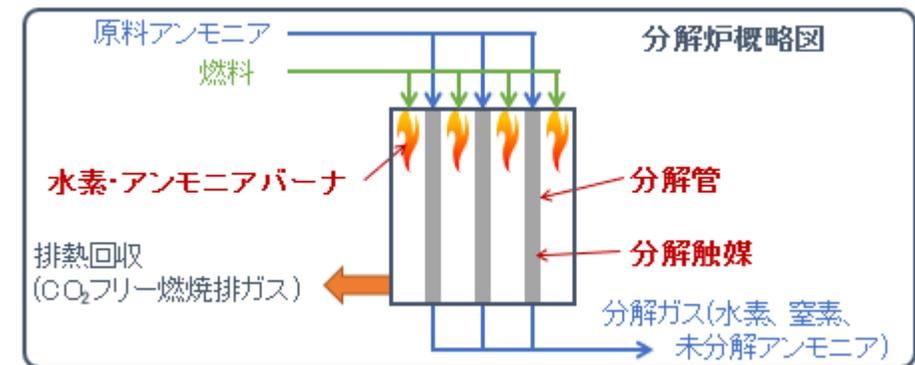
[水素精製]

- ・ 水素純度（不純物除去）
- ・ 水素回収率

<p>研究開発内容</p>	<p>① アンモニア分解水素製造の全体プロセス開発 ② アンモニア分解炉の開発</p>
<p>開発の特徴</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 外部加熱式 ➤ 高効率 …オフガス利用・排熱回収 ➤ 排ガスのCO₂フリー化 …PSA*オフガス/水素・アンモニア燃料 ➤ 高拡張性 <p style="text-align: right;">*PSA : Pressure Swing Adsorption (圧力変動吸着)</p>
<p>成果概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ アンモニア分解触媒のラボ評価・選定の完了、反応速度式の構築 ➤ 高いエネルギー効率を追求したシステムの構築 ➤ 実証機のプロセス基本設計を完了



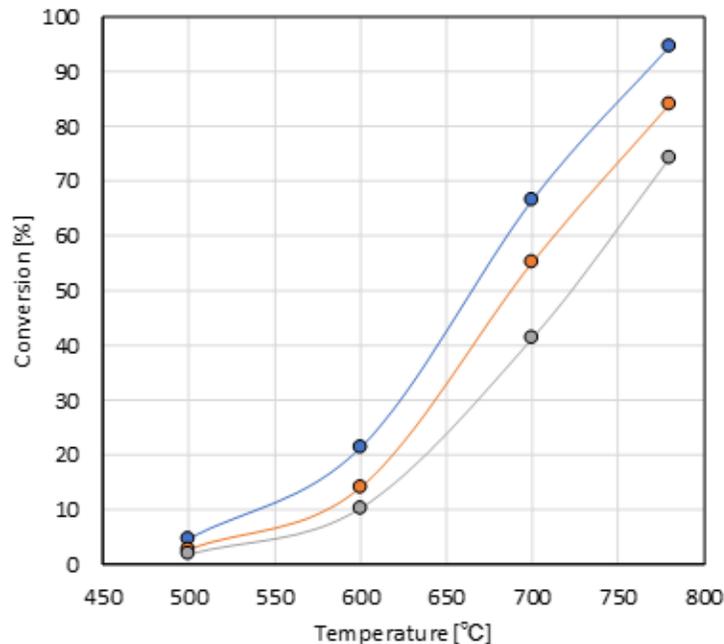
日揮が納入した天然ガス水蒸気改質炉(SMR)外観



- 全体プロセス最適化検討
- 触媒試験、バーナー試験をもとに、分解炉のCFDによる設計を開始
- 実証機のProcess Design Packageを作成し、実証機のFEEDを開始

触媒性能評価

アンモニア分解用Ni触媒のラボ試験性能例



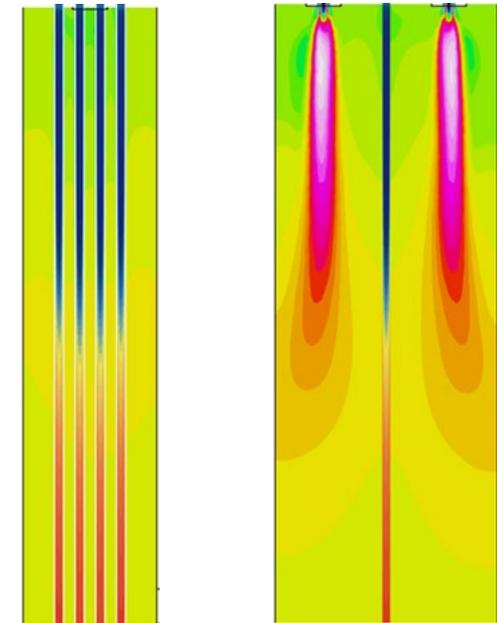
バーナー試験

水素・アンモニア燃焼



分解炉設計

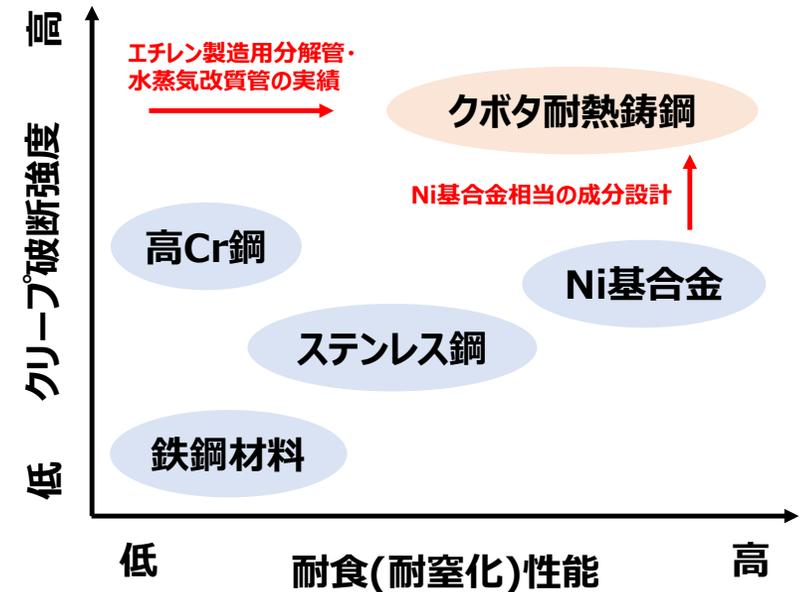
分解炉のCFD (バーナー, 分解管)



<p>研究開発内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ オーステナイト系耐熱鋼のアンモニア分解プロセスへの適用評価 ➤ アンモニア分解プロセス特化型分解管材料の開発
<p>開発の特徴</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 高温下での高いクリープ破断強度と高い耐窒化特性を兼ね備えた分解管の材料評価，および両特性を最大化した新規材料の開発 ➤ アンモニア分解プロセス再現試験装置の開発による材料の新評価技術の確立
<p>成果概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ アンモニア分解プロセスへの既存オーステナイト系耐熱鋼の適用材料の選定の完了 ➤ アンモニア分解プロセス特化型分解管の試作品性能評価の完了と量産化に向けた検討を開始 ➤ アンモニア分解プロセス再現試験装置の稼働，およびサンプル評価の一部評価完了



耐熱鋳鋼管（水蒸気改質管）

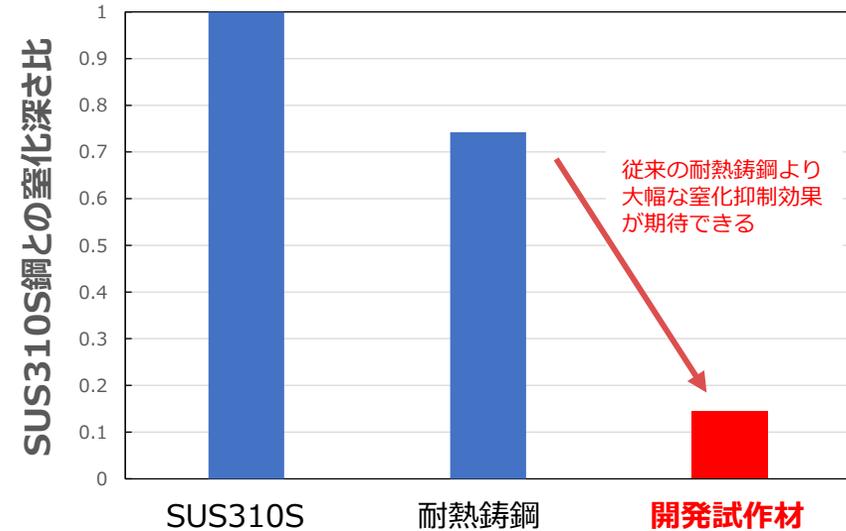


分解管材料の位置づけ

アンモニア分解プロセスに特化した分解管材料の開発



アンモニア分解プロセス特化材 試作鋳造サンプルの写真

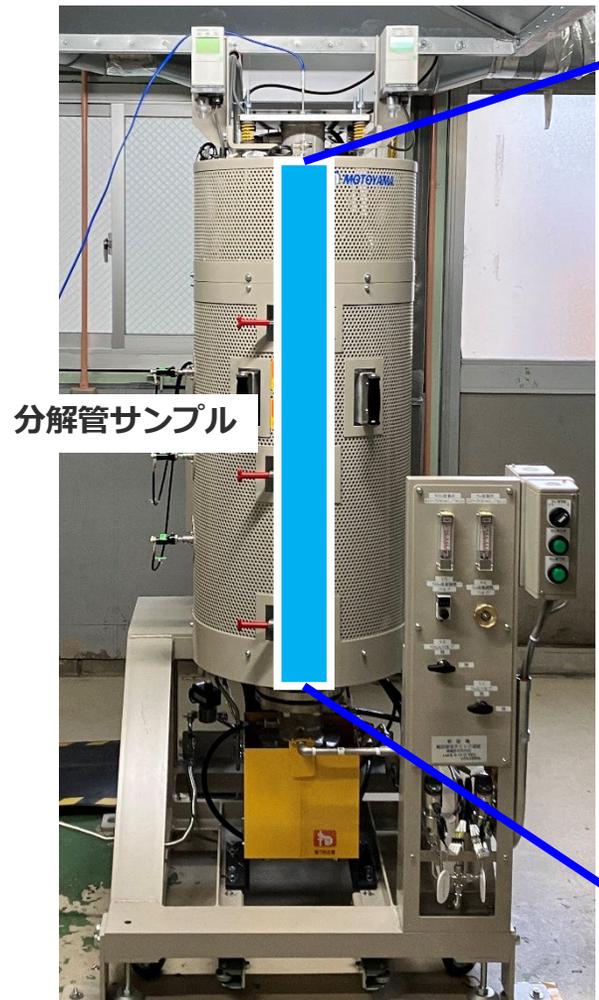


アンモニア分解プロセス特化材 耐窒化性能比較

アンモニア分解プロセスには、高い高温強度かつ耐窒化性能を併せ持つことが望ましい。クボタでは、過酷な環境で使用される材料開発の知識・経験を活かし、アンモニア分解プロセスに特化した新材料開発を進めている。

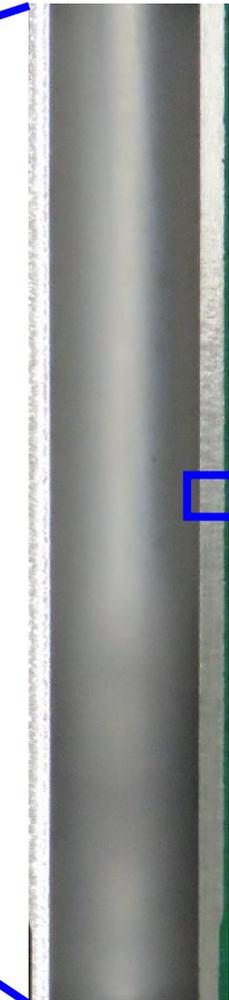
特化材の試作鋳造品に対してアンモニアによる窒化腐食試験を実施した。既存材料と比較しても、特化材は優れた耐窒化性能を有していた。今後、量産に向けた試験や評価を進めていく。

アンモニア分解プロセス再現試験装置の開発



分解管サンプル

アンモニア分解プロセス再現試験装置
外観と分解管サンプル位置



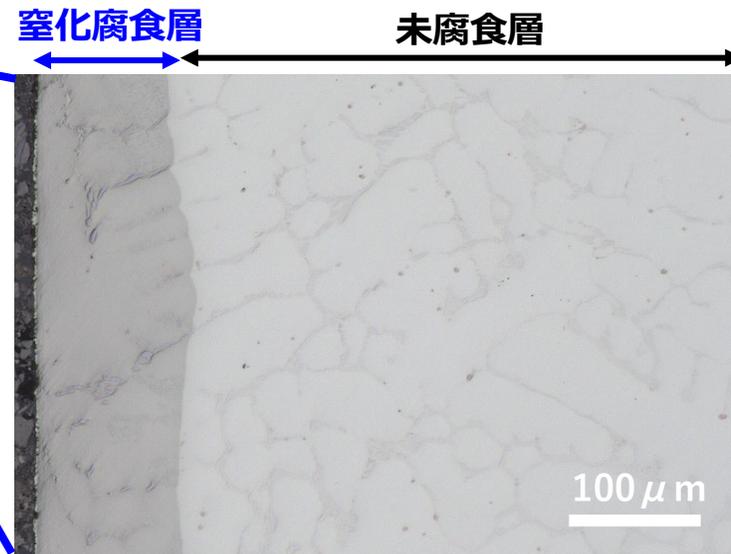
窒化後の分解管
半割後の内面写真

従来の腐食試験では小さなサンプルによるものであったが、実炉と同様に分解管の内面を窒化できる試験装置を開発*した。

この装置では、連続的な温度・アンモニア分解率と窒化厚さの相関を見ることが出来る。断面観察の結果、従来の腐食試験と同様に窒化を再現することが出来ていた。

今後、実証炉稼働までにデータを蓄積し、材料の窒化に対する理解を深めていく。

※NEDO助成事業対象外で製作

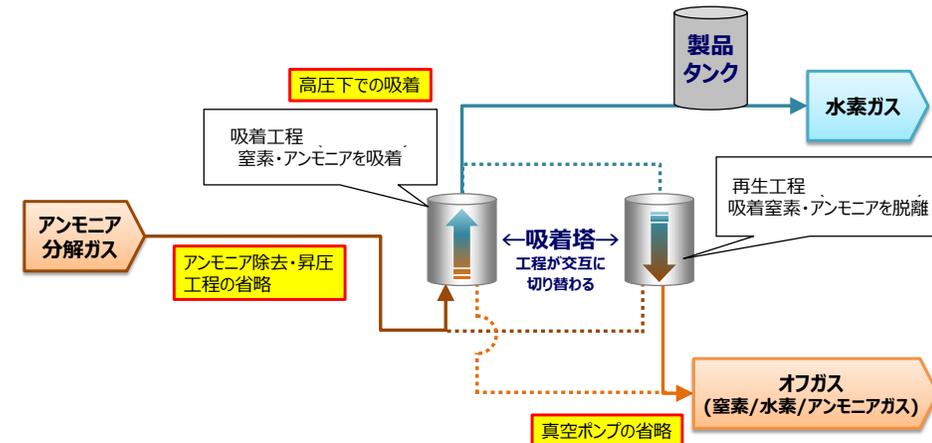


窒化後の分解管 断面組織写真

<p>研究開発内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ アンモニア分解ガスからPSA*方式により水素を分離精製する技術
<p>開発の特徴</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 高圧のアンモニア分解ガスから、一段のPSA装置で残留アンモニア・窒素ガスを分離除去し水素を精製 ➤ PSA*オフガスの安定供給 <p style="text-align: center;">*PSA : Pressure Swing Adsorption (圧力変動吸着)</p>
<p>成果概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 1.8MPaG吸着-大気圧再生の5塔式PSA試験により、水素純度 99vol%以上かつ水素回収率 80%以上を達成し、窒素とアンモニアを同時に除去することに成功した ➤ 5 塔式PSA プロセスの実証試験装置の設計基準を策定した



PSAガス分離装置

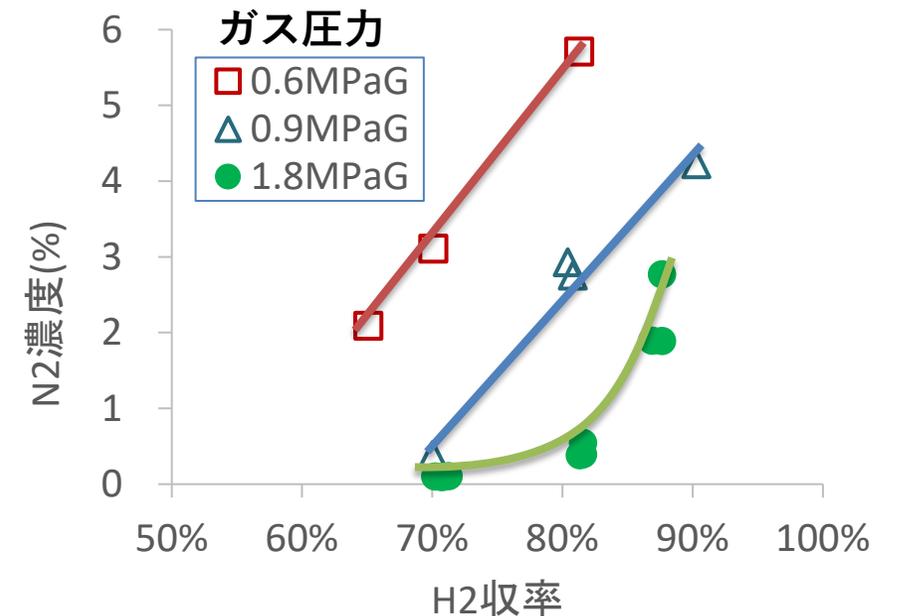


新たに開発するPSA式ガス分離の概略図

- 5-10塔式の高圧ラボスケールPSA試験装置を製作し、高圧吸着大気圧再生式の水素精製PSA試験を行い、水素中の窒素と残留アンモニアの同時除去技術を開発
- 1.8MPa吸着-大気圧再生の5塔式PSAシステムによる水素精製試験により、水素純度99%以上（窒素<1%）かつ回収率80%以上を達成
- 実証試験に向けた5塔式PSA実証機的设计基準を確立



高圧ラボスケールPSA試験装置



PSA試験結果

- 【日揮】プロセスおよび分解炉設計の継続実施
- 【日揮】実証設備の基本設計（FEED）の実施
- 【クボタ】実炉再現窒化装置による検証、アンモニア分解プロセス特化材の試作・性能検証
- 【大陽日酸】高圧ラボスケールの5-10塔式PSA試験の実施・性能評価

ご清聴ありがとうございました